

## 1. Abwasser erhöht Grünmasseerträge

Bei dem Bemühen um weitere Ertragssteigerungen in unserer Landwirtschaft kommt den Bewässerungsmaßnahmen wesentliche Bedeutung zu, da bei entsprechenden Wassergaben Mehrerträge erzielt werden, die zu den Aufwendungen in einem günstigen Verhältnis stehen [1].

Die Wirtschaftlichkeit von Bewässerungsanlagen hängt nicht nur vom Standort, sondern auch von der Bewässerung der Fruchtarten ab, der Eingliederung des Produktionsmittels „Abwasser“ in den gesamten Betrieb und der Einsatzdauer der Anlagen. Letztere ist in den Abwassergebieten günstig, da die täglich anfallenden Abwassermengen auch ganzjährig gereinigt werden müssen.

Fragen zu Standort und Anbauverhältnis beeinflussen die mögliche Belastung und damit auch den Umfang der Erschließungsflächen [2]. Diese Fragen stehen daher in enger Beziehung zu zweckmäßigen Betriebssystemen für unsere Großflächenbewirtschaftung. Hier wird dazu die Anlage von Weidekombinaten in Abwassergebieten, ihre Bewirtschaftung sowie ihre Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von rollenden Regnerflügeln beschrieben.

Das Produktionsmittel „Abwasser“ ist auf Grund seiner Wachstumsfaktoren „Wasser und Nährstoffe“ bei Futter-

pflanzen besonders wirkungsvoll. Es sind Grünmasseerträge von 800 dt/ha mit rd. 7000 kg StE/ha erreichbar [3] [4], die 110 GE/ha entsprechen [5]. Den Futterflächen in Abwassergebieten muß deshalb unsere ganze Aufmerksamkeit gelten.

## 2. Entwicklung von Weidekombinaten in Abwassergebieten

### 2.1. Beschreibung und Nutzung des Weidekombinats

Weidekombinate in Abwassergebieten sind nur auf zusammenhängenden Flächen möglich. Diese Voraussetzungen sind auf den Großflächen unserer Betriebe bei entsprechender Viehhaltung gegeben. Das in Bild 1 und Tafel 1 dargelegte Schema umfaßt vier Nutzungseinheiten von je 25 ha für je 120 Kühe (4,8 Kühe/ha). Die Stallgebäude sind so anzulegen,

- a) die Tiere auf dem kürzesten Wege über die Triften auf die Weideflächen gelangen,
- b) der Transport von Milch-, Rauh- und Saftfutter auf einer befestigten Straße möglich ist,
- c) Tränk- und Brauchwasser in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen.

Die Nutzung der Weideflächen erstreckt sich auf 175 Tage (April bis Oktober). Theoretisch stehen je Weideeinheit täglich 1 ha Freßfläche  $\cong 83 \text{ m}^2/\text{GV} \cdot \text{d}$  bei 7 Umtrieben zur Verfügung, so daß bei 2 Abwassergaben je Umtrieb und je 1 Vorratsbewässerung vor dem Auftrieb sowie nach dem Abtrieb der Tiere insgesamt 16 Abwassergaben notwendig sind.

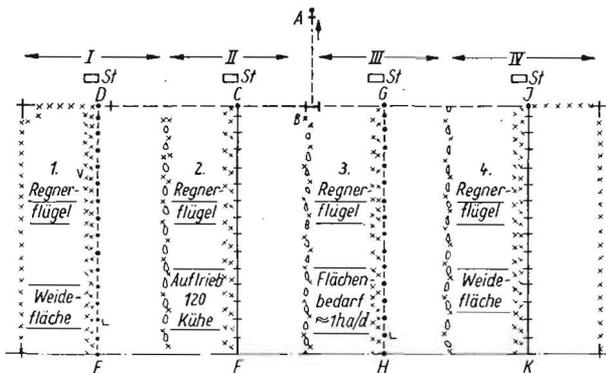
### 2.2. Bewässerung der Flächen

Die Einheiten I und III (Bild 1) sind durch unterirdische Druckrohrleitungen erschlossen, die Einheiten II und IV dagegen durch SK-Rohre NW 100. Nach dem Bewässerungszeitenplan (Tafel 1) sind Beregnungsdauer und auch Beregnungsintensität sehr hoch, so daß die Erschließung jeder Weideeinheit mit Entnahmestellen entsprechend dem Vorschub im Abstand von 36 m gerechtfertigt ist. Schaltleitungen sind bei der Verwendung von Mittelstrahlregnern und einem Betriebsdruck von 4 at dann nicht mehr notwendig.

Die Verbindung der Entnahmestellen zum Rollaggregat erfolgt durch einen Schlauch aus Perlongewebe, der mit dem Schwanenhalsbogen von Entnahmestelle zu Entnahmestelle getragen werden muß. Andere Handarbeiten sind nicht notwendig, so daß die Regnerflügel nach Bedarf eingesetzt werden können und die Vorzüge der Rollaggregate in den kurzen Vorrillreihen voll wirksam werden.

Zum Einsatz gelangen nach dem Vorschlag von STEIN [6] Mittelstrahlregner (Tafel 2). Der Einsatz von Flachstrahlregnern wird ebenfalls vorgesehen, da ihre Verwendung auf Rollaggregaten aus mehreren Gründen an Bedeutung gewinnt.

Bild 1. Schema des Weidekombinats. I bis IV Weidenutzungseinheiten, A-B = 200 m NW 300, B-C = 147 m NW 200, C-D = 300 m NW 200, D-E = 864 m NW 200, sämtlich Erdleitungen; C-F = 864 m NW 100, E-I = 300 m NW 100, sämtlich SK-Rohre als Stammlleitung; B-G = 153 m NW 200, G-J = 300 m NW 200, G-H = 864 m NW 200, sämtlich Erdleitung; J-K = 864 m NW 100, H-K = 300 m NW 100, sämtlich SK-Rohre als Stammlleitung; St Stallgebäude, x x x stationärer Zaun, x x x x x Triften mit stationärem Zaun, 0 x 0 x 0 x Schutzanzpflanzung mit stationärem Zaun, + + + + + SK-Rohre als Stammlleitung mit T-Stück und Schieber im Abstand von 36 m, o-o-o-o-o Erdleitung mit Hydraulen im Abstand von 36 m, bei D und I Absperrschieber mit Erdleitung, L Entleerung am Tiefpunkt, V Entlüftung am Hochpunkt.



Tafel 1. Bewässerungszeitenplan auf Ackerweideflächen - Wechselnutzung -

Einheiten	Fläche in ha	Wassergabe		Weidebedarf ha/Tag	Bewässerung Tage	Gaben Rollflügel	Material- und Wasserbedarf	Leistungen und Arbeitsaufwand		Zeitraum der Verteilung	
		m <sup>3</sup>	mm					Rollstrang	Arbeitsaufwand		
I	25,0	130 500	522	≈ 1,0	225	18	1	Druckleitungen: Erdleitungen = 864 m <sup>2</sup> od.: SK-Rohre = 150 St.	Leistungen: Regner = 1296 m <sup>2</sup> Strang = 0,5184 ha Regendichte = 8,3 mm Wassergabe = 29 mm Beregnungszeit = 3,5 h Fläche in 14 h = 2,07 ha	1. April bis 11. November	
II	25,0	130 500	522	≈ 1,0	225	18	1	Entnahmestellen entsprechend dem Vorschub	Arbeitsaufwand: a) Vorschub 4 Stränge einschl. Wegezeit = 4 St. A Kmin = 90 b) Umbau je Regnerflügel mit RSO9, Traggerüst u. Anhänger A Kmin = 120 Tmin = 60	1. April bis 11. November	
III	25,0	130 500	522	≈ 1,0	225	18	1			1. April bis 11. November	
IV	25,0	130 500	522	≈ 1,0	225	18	1			1. April bis 11. November	
Insgesamt	100,0	522 000	522	≈ 4,0	225	18	4				
Vorratsgaben bzw. Bodenfilter											1. Jan. bis 31. März und 12. Nov. bis 31. Dez.

Tafel 2. Kenndaten verschiedener Regnertypen

		Mittelstrahl- Regner	Flachstrahl- Regner
Düsendurchmesser	[mm]	12	5
Betriebsdruck	[at]	4	1
Wurfweite	[m]	25	3
Vorschub	[m]	36	6
Wassermenge je Regner und h	[m <sup>3</sup> ]	10,83	1,78
Regendichte	[mm/h]	8,3	50
Beregnete Fläche je Regner	[m <sup>2</sup> ]	1296	36
Wassergabe in 3,5 h	[mm]	29	
in 34 min			29
Anzahl der Regner/Düsen	[St.]	4	24
Rollstrang-Rohrdimension			NW 100
Rollstranglänge	[m]		132

Angaben hierzu werden an dieser Stelle jedoch nur gekürzt wiedergegeben (Tafel 2).

Je Wassergabe werden 29 mm verabreicht, so daß bei 2 Gaben während des 25tägigen Umtriebs 58 mm  $\cong$  2,3 mm/d verregnet werden. Insgesamt beträgt die Wassergabe bei 7 Umtrieben und 2 Vorratsgaben vor dem Auftrieb und nach dem Abtrieb 522 mm. Nach den wasserwirtschaftlichen Untersuchungen von HORNING [7] sind für unsere Zwecke folgende Kennziffern angebracht:

Rollgeschwindigkeit	0,25 m/s
Abschiebern der Entnahmestelle	30 s
Ab- und Ankuppeln, Entleeren des Schlauches	60 s
Anlassen, Kuppeln des Motors einschl. Warmlaufzeit	30 s
Marschgeschwindigkeit des Regenwärters	1 m/s

### 2.3. Wasser- und Arbeitsaufwand

Angaben über den Wasser- und Materialbedarf sowie über die Leistungen der Rollaggregate sind bei Einsatz von Mittelstrahlregnern in Tafel 1 zu finden, die in dieser Form eine eindeutige Betriebsanweisung darstellt. Im einzelnen ergeben sich in 14 h Betriebszeit bei Einsatz von Mittelstrahlregnern:

#### a) Abwasserbedarf

$$\begin{aligned} \text{je h: } & 4 \text{ Regner zu je } 10,83 \text{ m}^3 \times 4 \text{ Aggreg.} = 173,3 \text{ m}^3/\text{h} \\ \text{je Tag: } & 14 \text{ h} \times 173,3 = 2426,0 \text{ m}^3/\text{d} \\ \text{in 225 Tagen: } & 225 \text{ d} \times 2426 \text{ m}^3 = 545850 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(Der Abwasseranfall von 2426 m<sup>3</sup>/d entspricht etwa einer Stadt von 20 000 Einwohnern)

#### b) Flächenleistung

$$4 \text{ Regner} \times 1296 \text{ m}^2 \times 4 \text{ Aggregate} \times 4 \text{ Vorschübe} \cong 8 \text{ ha}$$

#### c) Beregnungsturnus

$$100 \text{ ha} / 8 \text{ ha} = 12,5 \text{ d}$$

#### d) Arbeitsaufwand

$$1 \text{ Vorschub/Weideeinheit} \cong 16 \text{ Akmin}$$

$$1 \text{ Vorschub/4 Einheiten einschl. Wegestrecke und sonstiger Erschwernisse} \cong 90 \text{ min}$$

$$4 \text{ Vorschübe/4 Einheiten} \cong 360 \text{ Akmin}$$

$$8 \text{ ha} = 45 \text{ Akmin}$$

Einschließlich sonstiger Erschwernisse ist in der Praxis je ha Bewässerungsfläche ein Zeitaufwand von  $\cong$  60 Akmin zu veranschlagen. Je Schicht sind 2 Vorschübe durchzuführen, so daß bei einer Flächenleistung von 4 ha 4 Akh benötigt werden.

Der Regenwärtter ist bei achtstündiger Arbeitszeit auf 100 ha Weidefläche mit der Verteilung der Abwässer also nicht voll ausgelastet, so daß er noch Pflegearbeiten auf den Weideeinheiten übernehmen kann. Für diese Arbeiten stehen im Zweischichtenbetrieb  $2 \times 4 = 8 \text{ h}$  zur Verfügung. Die Umbauarbeiten erfordern mit dem RS 09 und Rohrtragegerät sowie einem Anhänger für die Aufnahme des Rollstranges 40 Trakt.-min und 80 Akmin. Einschließlich Wegestrecken sowie notwendiger Korrekturen an den Rollaggregaten sind je Umbau 60 Trakt.-min und 120 Akmin zu veranschlagen. Die Umbauarbeiten werden jeden 12./13. Tag von den beiden Regenwärttern vorgenommen, der Ak-Bedarf für die Vor-



Bild 2. Rollende Beregnungsanlage System Jüferbog

schub-, Umbau- und Pflegearbeiten beträgt mithin auf dem beschriebenen Weidekombinat von 100 ha 2 Ak.

Die Leistung je Wärterstunde beträgt ohne Berücksichtigung der Pflegearbeiten bei einer täglichen Verregnung von 2426 m<sup>3</sup> Abwasser und 8-Stundenschicht rund 303 m<sup>3</sup>/h.

Bei Einsatz von Flachstrahlregnern werden 538 020 m<sup>3</sup> verregnet. Je Schicht werden bei einer Aufstellungsdauer von nur 34 min 2 Ak benötigt, einschl. Pflegearbeiten sind mithin im Zweischichtenbetrieb 5 Ak je 100 ha notwendig. Je Tag werden 2391 m<sup>3</sup> Abwasser verregnet, die Leistung je Wärterstunde beträgt demnach  $\cong$  150 m<sup>3</sup>/h.

## 3. Ertragsleistungen von Abwasserweiden und Aufwendungen der Landwirtschaft

### 3.1. Ertragsleistungen

Die tierischen Leistungen von Abwasserweiden wurden bereits mehrfach nachgewiesen [4] [8] [9]. Die Milchträge schwanken von 1684 bis 11 245 kg/ha und zeigen die weiten Grenzen der Intensität auf Abwasserweiden. Leistungen von

$$10 \text{ kg/Kuh} \times d \cong 8750 \text{ kg/ha Milch und}$$

$$273 \text{ g/Kuh} \times d \cong 240 \text{ kg/ha Fleisch}$$

sind bei den erwähnten Grüngetreiden von 800 dt/ha mit einem Ertrag von rd. 7000 kg/ha StE durchaus erreichbar. Einschließlich Erhaltungsfutter entsprechen diese tierischen Erträge 5400 StE/ha = 76,5 % des pflanzlichen Ertrages und sind 77,1 GE/ha gleichzusetzen.

Intensiv bewässerte und genutzte Abwasserweiden erreichen also die Ertragsleistungen von Zuckerrübenflächen und übertreffen die Erträge von Halmfrüchten wesentlich. Die Roh-einnahmen betragen bei Ansatz von 55 Pfg./kg Milch und 270 MDN je dt Rindfleisch rd. 5460 MDN/ha. Damit ist auch die Frage beantwortet, ob Investitionen für solche Anlagen berechtigt sind.

### 3.2. Aufwendungen der Landwirtschaft

Hierzu sei darauf hingewiesen, daß das aufwendige Futterholen wie auch die sonstige Betreuung der Tiere im Stall beim Weidegang entfällt. Einsparungen in dieser Hinsicht bleiben jedoch unberücksichtigt. Für und Wider von Weidegang und Stallhaltung ist in den Untersuchungen von Paulinaue dargelegt [10].

Der Landwirtschaft entstehen außer den Betriebskosten für die Verteilung der Abwassermengen und die Pflegearbeiten noch Aufwendungen, die mit der Bewirtschaftung des Weidekombinats und der Tierhaltung zusammenhängen:

$$3.2.1. \text{ Bewirtschaftungskosten insgesamt} \quad 45 \text{ 000 MDN}$$

$$3.2.2. \text{ Anteilige Kosten für die Viehhaltung} \quad 201 \text{ 600 MDN}$$

$$3.2.3. \text{ Insgesamt} \quad 246 \text{ 600 MDN}$$

$$3.2.4. \text{ Anteilige Kosten für Viehaufstockung} \\ \text{einschl. Stallbauten } 150 \text{ 000 MDN} = 1 \text{ 500 MDN/ha}$$

$$\text{Betriebskosten für Stallgebäude} \\ 4000 \text{ MDN} = 40 \text{ MDN/ha}$$

#### 4. Anlage- und Betriebskosten

Die Anlage- und Betriebskosten werden nach der gemeinsamen Richtlinie über Planung und Durchführung der Abwasserbodenbehandlung [12] für die Investitionsträger Wasserwirtschaft und Landwirtschaft getrennt ermittelt, so daß Fragen über die Kostenbeteiligung beantwortet werden können. Als Betriebsdruck wurden 4 at angenommen.

##### 4.1. Anlagekosten

Sie sind unter Verwendung der Kostensätze für die Umwertung der Grundmittel [13] ermittelt worden und gehen aus Tafel 3 hervor.

Tafel 3. Kostenkalkulation für Anlage eines Weidekombinats von 100 ha in Abwassergebieten

Investriträger	Insges. [MDN]	Investitionskosten		Anteil [%]
		[MDN/ha]	[MDN/m <sup>2</sup> ]	
Wasserwirtsch.	181 900	1818,8	9,1	47,1
Landwirtschaft	202 400	2024,1	10,1	52,9
Insgesamt	384 300	3842,9	19,2	100,0

##### 4.2. Betriebskosten

Bei Verwendung von Mittelstrahlregnern sind sie in Tafel 4, bei Flachstrahlregnern in Tafel 5 angegeben.

Tafel 4. Überschlägliche Betriebskosten eines Weidekombinats von 100 ha in Abwassergebieten bei Einsatz von Mittelstrahlregnern

Investriträger	Kosten in MDN			Belastung		
	Fest-	variable	Summe	[MDN/ha]	[MDN/E]	[Pfg/m <sup>2</sup> ]
Wasserwirtsch.	3 878	20 485,3	24 363,3	243,6	1,2	4,5
Landwirtschaft	16 272	22 740,0	39 012,0	390,1	1,9	7,1
Insgesamt	20 150	43 225,3	63 375,3	633,8	3,1	11,6

Tafel 5. Überschlägliche Betriebskosten eines Weidekombinats von 100 ha in Abwassergebieten bei Einsatz von Flachstrahlregnern

Investriträger	Kosten in MDN			Belastung		
	Fest-	variable	Summe	[MDN/ha]	[MDN/E]	[Pfg/m <sup>2</sup> ]
Wasserwirtsch.	3 878	14 745,3	18 623,3	186,2	0,9	3,4
Landwirtschaft	16 272	35 736,0	52 008,0	520,1	2,6	9,7
Insgesamt	20 150	50 481,3	70 631,3	706,3	3,5	13,1

Eine Gegenüberstellung der variablen Betriebskosten bei Einsatz von Mittelstrahl- bzw. Flachstrahlregnern ergab, daß

- Flachstrahlregner auf Rollaggregaten nur unter besonderen Verhältnissen einzusetzen sind,
- mögliche und notwendige Einsparungen im Energiebedarf auch durch eine Reduzierung der Lohnkosten zu suchen sind.

Das ist aber nur möglich, wenn größere Abwassermengen je Aufstellung, wie dies bei Vorratsbewässerung der Fall ist, verregnet werden. Dann treten Einsparungen in den Strom- und auch in den Lohnkosten ein.

Die Auswertung über den zweckmäßigen Einsatz der Regnertypen zeigt ferner, daß die Rollaggregate mit Mittelstrahl- und Flachstrahlregnern auszurüsten sind, um letztere außerhalb der Vegetation (während der Vegetation auch in der Nähe von Verkehrsstraßen und Siedlungen) einsetzen zu können. In Anbetracht dieser Verhältnisse wird in den ökonomischen Betrachtungen für die Untersuchungszeit ab 1. April bis 11. November nur die Verregnung mit Mittelstrahlregnern berücksichtigt.

#### 5. Ökonomische Betrachtungen

5.1. Erträge und Einnahmen	[GE/ha]	[MDN/ha]
Bruttoertrag und Einnahmen bei Bewässerung gemäß 3	77,1	5 460,50
ohne Bewässerung	30,0	1 200,00
Mehrertrag also durch die Bewässerung	47,1	4 260,50

#### 5.2. Aufwendungen

Anlage- und Betriebskosten s. Tafel 3 und 4

Aufwendungen der Landwirtschaft für Bewirtschaftung, Tierhaltung und Viehaufstockung unter 3.2	
Werbungskosten der Landwirtschaft	2 896,12
Höhere Werbungskosten (Werbungskosten abzüglich Kosten für normale Bewirtschaftung)	2 096,12
Netto-Erlöse	2 164,38

#### 5.3. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Ertragsleistungen stehen zu den Aufwendungen für die Bewässerungsflächen, für die Viehaufstockung und die Tierhaltung in folgendem Verhältnis:

$$\frac{(2 164,38 - 243,6) \times 100}{1 818,8 + 2024,1 + 1500} = 35,9 \%$$

Der volkswirtschaftliche Nutzeffekt fällt mit 35,9% überaus günstig aus und bestätigt die Vorteile der Anwendung des Produktionsmittels „Abwasser“ auf den Futterflächen.

#### 6. Zusammenfassung

Die Anlage von Weidekombinaten in Abwassergebieten wird bei Einsatz von rollenden Regnerflügeln beschrieben. Anlage- sowie Betriebskosten werden für die Zeit vom 1. April bis 11. November ermittelt.

Der Bewässerungszeitenplan (Tafel 1) gibt Auskunft über den Wasser-, Material- und Arbeitsaufwand sowie den Beregnungsturnus und ist in dieser Form als eindeutige Betriebsanweisung anzusehen.

In den ökonomischen Betrachtungen werden die Ertragsleistungen und Einnahmen sowie die Aufwendungen angegeben und in der Wirtschaftlichkeitsberechnung der ökonomische Nutzeffekt errechnet. Das günstige Ergebnis bestätigt die Vorteile der Anwendung des Produktionsmittels Abwasser in der dargelegten Form.

#### Literatur

- HOLLER, K. / B. NEWRZELLA: 20jährige Erfahrungen und Erfolge mit der Abwasserwertungsanlage Zodel bei Görlitz. WWT (1958) H. 6, S. 251 bis 259
- HOLLER, K. / B. NEWRZELLA: Einige ökonomische Gesichtspunkte zur Planung von Abwasserlandbehandlungsanlagen. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1939
- GEITH, R. / A. SAJONS: Abwasserwertungsversuch auf Dauerweiden in Podelwitz. Sonderdruck aus Forschungsdienst 1940 H. 3/4
- BOGUSLAWSKI, E. von / B. NEWRZELLA: Ökologische Untersuchungen zur Abwasserwertung auf Grünland. Landw. Jahrbücher 1939
- NEWRZELLA, B.: Futtererträge in Abwassergebieten. Deutscher Bauernverlag 1953
- STEIN, C.: Der Bewässerungsplan als eine wesentliche Grundlage für die Projektierung und den praktischen Betrieb von landwirtschaftlichen Abwasserwertungsanlagen. WWT (1958) H. 6
- HORNING, M.: Die Entwicklung neuer Beregnungstechniken und deren arbeitswirtschaftliche Analyse. Mitt. aus dem Leichtweiß-Institut der TH Braunschweig, 1957/1
- PAASCH, E. W.: Bewirtschaftung, Leistungen und Kosten von Weiden in mitteldeutschen Großbetrieben. Wiss. Zeitschr. der Univ. Halle, Mathem.-Nat.-Reihe V, H. 6, S. 1199 bis 1216
- NEWRZELLA, B.: Milch und Fleisch aus den Städten — große Ertragsreserven durch rationelle Abwasserwertung. Landwirtschaftsausstellung der DDR 1961
- BENNEWITZ, H. / W. HANKE: Kritische Betrachtungen zur Stallfütterung von Cras. Die Deutsche Landwirtschaft (1963) H. 5
- ROSSA, E.: Kostenrechnungen in der Viehwirtschaft. Landwirtschaftsausstellung Marktleberberg 1962
- : Gemeinsame Richtlinie über Planung und Durchführung der Abwasserbodenbehandlung vom 30. Juli 1963
- GBl DDR-Anordnung Nr. 4 über die Vorbereitung der Umbewertung der Grundmittel, Katalog 2 vom 13. September 1962 A 5962